

POWERED BY **Dialog**

---

**FLUID RESIDUE MEASURING DEVICE****Publication Number:** 11-230813 (JP 11230813 A) , August 27, 1999**Inventors:**  
IKUTA SHIRO  
IGARASHI TAMOTSU  
SUYAMA EIZO**Applicants**

CALSONIC CORP

**Application Number:** 10-048809 (JP 9848809) , February 13, 1998**International Class:**G01F-023/00  
B60K-015/077  
F02M-037/00  
G01F-001/00**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fluid residue measuring device excellent in durability and reliability which measures a residue in a car fuel tank or that in a fuel bombe for a fuel cell at wide range, high precision, and low resistance. **SOLUTION:** A flowmeter 3 provided at a fuel pipe 2, an input device 4 for inputting an initial value of fuel in a fuel tank, a calculation circuit 5 which calculates fuel residue by subtracting a fuel amount measured by the flowmeter 3 from the initial value of fuel inputted by the input device, and a display device 6 for displaying fuel residue inputted from the calculation circuit 5, are provided. The flowmeter 3 comprises an eddy generator 31 provided in the middle of the fuel pipe 2, and pressure sensors 32 and 33 which measure a pressure difference  $\Delta P$  between an upper-stream side static pressure and a lower stream side static pressure of the eddy generator, and calculates fuel amount  $Q$  flowing in the fuel pipe 2 based on the pressure difference  $\Delta P$ . COPYRIGHT: (C)1999,JPO

JPIO  
2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.  
Dialog® File Number 347 Accession Number 6289221

特開平11-230813

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
G 0 1 F 23/00		G 0 1 F 23/00 Z
B 6 0 K 15/077		F 0 2 M 37/00 3 0 1 R
F 0 2 M 37/00	3 0 1	G 0 1 F 1/00 H
G 0 1 F 1/00		B 6 0 K 15/02 F

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 8 頁)

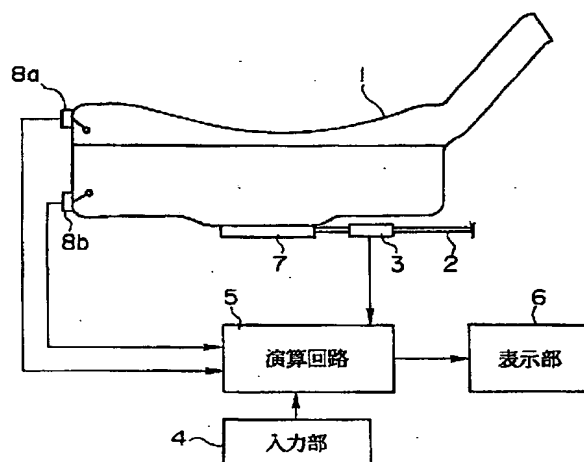
(21) 出願番号	特願平10-48809	(71) 出願人	000004765 カルソニック株式会社 東京都中野区南台 5 丁目 24 番 15 号
(22) 出願日	平成10年(1998) 2月13日	(72) 発明者	生田 四郎 東京都中野区南台 5 丁目 24 番 15 号 カルソニック株式会社内
		(72) 発明者	五十嵐 保 神奈川県横浜市金沢区釜利谷西 3 丁目 56 番 15 号
		(72) 発明者	須山 栄蔵 東京都中野区南台 5 丁目 24 番 15 号 カルソニック株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 前田 均 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 流体残量計測装置

(57) 【要約】

【課題】自動車用燃料タンクの残量や燃料電池用燃料ボンプの残量を広範囲、高精度かつ低抵抗で計測できる耐久性および信頼性に優れた「流体残量計測装置」を提供する。

【解決手段】燃料パイプ 2 に設けられた流量計 3 と、燃料タンク内に投入する燃料の初期値を入力する入力器 4 と、入力器により入力された燃料の初期値から流量計により計測された燃料量を減算して燃料残量を演算する演算回路 5 と、演算回路から出力された燃料残量を表示する表示器 6 とを備える。流量計 3 は、燃料パイプの途中に設けられた渦発生体 3 1 と、渦発生体の上流側静圧と下流側静圧との圧力差  $\Delta P$  を計測する圧力センサ 3 2, 3 3 とを有し、圧力差  $\Delta P$  に基づき燃料パイプ内を流れる燃料量  $Q$  を演算する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 燃料タンク（１）内の燃料残量を計測して表示する流体残量計測装置において、前記燃料タンク（１）から内燃機関に至る間の燃料パイプ（２）に設けられ当該燃料パイプ内を通過する燃料の流量を計測する流量計（３）と、前記燃料タンク内に投入する燃料の初期値を入力する入力器（４）と、前記入力器により入力された燃料の初期値から前記流量計により計測された燃料量を減算して燃料残量を演算する第１の演算器（５）と、前記演算器から出力された燃料残量を表示する表示器（６）とを備え、前記流量計（３）は、前記燃料パイプの途中に設けられた渦発生体（３１）と、前記渦発生体の上流側に位置する燃料パイプ内の上流側静圧と、前記渦発生体の下流側に位置する燃料パイプ内の下流側静圧との圧力差（ΔP）を計測する圧力センサ（３２，３３）と、前記圧力センサで検出された圧力差（ΔP）に基づき、下記に示す数式から、前記燃料パイプ内を流れる燃料流量（Q）を演算する第２の演算器（５）とを有することを特徴とする流体残量計測装置。

【数１】

$$Q=A_o \cdot t \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots (1)$$

$$\text{ただし } K=C \cdot \frac{1-\beta}{\beta^2} \quad \dots (2)$$

g：重力加速度

γ：流体の比重

ΔP：差圧

K：損失係数

C：渦発生体の形状に基づく定数

β：開口比（ $=1 - \frac{A}{A_o}$ ）

A<sub>o</sub>：管路、燃料パイプの断面積

A：渦発生体の管路断面に対する投影面積

Q：流体の流量

t：計測時間

【請求項２】 燃料電池（１１）に供給される反応燃料が封入された燃料ボンベ（１）内の燃料残量を計測して表示する流体残量計測装置において、前記燃料ボンベ（１）から前記燃料電池（１１）に至る管路（２）に設けられ当該管路内を通過する前記反応燃料の流量を計測する流量計（３）と、前記燃料ボンベ内に封入された反応燃料の初期値を入力する入力器（４）と、前記入力器により入力された反応燃料封入量の初期

値から前記流量計により計測された燃料量を減算して燃料残量を演算する第１の演算器（５）と、前記演算器から出力された燃料残量を表示する表示器（６）とを備え、

前記流量計（３）は、

前記管路の途中に設けられた渦発生体（３１）と、前記渦発生体の上流側に位置する管路内の上流側静圧と、前記渦発生体の下流側に位置する管路内の下流側静圧との圧力差（ΔP）を計測する圧力センサ（３２，３３）と、

前記圧力センサで検出された圧力差（ΔP）に基づき、下記に示す数式から、前記管路内を流れる燃料流量（Q）を演算する第２の演算器（５）とを有することを特徴とする流体残量計測装置。

【数２】

$$Q=A_o \cdot t \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots (1)$$

$$\text{ただし } K=C \cdot \frac{1-\beta}{\beta^2} \quad \dots (2)$$

g：重力加速度

γ：流体の比重

ΔP：差圧

K：損失係数

C：渦発生体の形状に基づく定数

β：開口比（ $=1 - \frac{A}{A_o}$ ）

A<sub>o</sub>：管路、燃料パイプの断面積

A：渦発生体の管路断面に対する投影面積

Q：流体の流量

t：計測時間

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種流体容器の残量を計測するための流体残量計測装置に関し、特に自動車用燃料タンクの残量や燃料電池用燃料ボンベの残量を広範囲、高精度かつ低抵抗で計測できる耐久性および信頼性に優れた流体残量計測装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来の自動車用燃料タンクの残量計としては、タンク内に設けられたフロートの上下移動を当該フロートの受感部で検出して、これを残量に変換するいわゆるフロート式のものが知られている。

【０００３】一方、燃料電池用燃料ボンベの燃料残量は、管路の途中に設けられた流量計、たとえばオリフィスを利用した流量計、ベンチュリ管を利用した流量計、カルマン渦列の発生周波数を測定することにより流量を

測定する流量計等々により計測されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、自動車用燃料タンクの残量計にあつては、燃料タンクの形状はきわめて複雑であることから、フロートの上下移動量と燃料残量とがスムーズな関係にならず、計測精度に問題があつた。また、フロート式残量計ではタンク液面の揺動によって表示針がふらつくといった基本的な問題もあり、表示針の応答感度を下げたとしても自ずと限界があつた。

【0005】一方、燃料電池用燃料ポンベの残量計に用いられる流量計は、全て管路の流れ中に何らかの流体抵抗体を配置し、流体抵抗体による管路の流れの変化を計測することにより、流体の平均流速を求め、流量を計測するようになっている。このため、管路抵抗が増大するという課題を本質的に有していた。

【0006】本発明は、このような従来技術の問題点を鑑みてなされたものであり、自動車用燃料タンクの残量や燃料電池用燃料ポンベの残量を広範囲、高精度かつ低抵抗で計測できる耐久性および信頼性に優れた流体残量計測装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1の観点によれば、燃料タンク内の燃料残量を計測して表示する流体残量計測装置において、前記燃料タンクから内燃機関に至る間の燃料パイプに設けられ当該燃料パイプ内を通過する燃料の流量を計測する流量計と、前記燃料タンク内に投入する燃料の初期値を入力する入力器と、前記入力器により入力された燃料の初期値から前記流量計により計測された燃料量を減算して燃料残量を演算する第1の演算器と、前記演算器から出力された燃料残量を表示する表示器とを備え、前記流量計は、前記燃料パイプの途中に設けられた渦発生体と、前記渦発生体の上流側に位置する燃料パイプ内の上流側静圧と、前記渦発生体の下流側に位置する燃料パイプ内の下流側静圧との圧力差（ $\Delta P$ ）を計測する圧力センサと、前記圧力センサで検出された圧力差（ $\Delta P$ ）に基づき、下記に示す数式から、前記燃料パイプ内を流れる燃料量を演算する第2の演算器とを有することを特徴とする流体残量計測装置が提供される。

【0008】

【数3】

$$Q = A_o \cdot t \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots (1)$$

$$\text{ただし } K = C \cdot \frac{1 - \beta}{\beta^2} \quad \dots (2)$$

$g$ ：重力加速度

$\gamma$ ：流体の比重

$\Delta P$ ：差圧

$K$ ：損失係数

$C$ ：渦発生体の形状に基づく定数

$\beta$ ：開口比（ $= 1 - \frac{A}{A_o}$ ）

$A_o$ ：管路、燃料パイプの断面積

$A$ ：渦発生体の管路断面に対する投影面積

$Q$ ：流体の流量

$t$ ：計測時間

また上記目的を達成するために、本発明の第2の観点によれば、燃料電池に供給される反応燃料が封入された燃料ポンベ内の燃料残量を計測して表示する流体残量計測装置において、前記燃料ポンベから前記燃料電池に至る管路に設けられ当該管路内を通過する前記反応燃料の流量を計測する流量計と、前記燃料ポンベ内に封入された反応燃料の初期値を入力する入力器と、前記入力器により入力された反応燃料封入量の初期値から前記流量計により計測された燃料量を減算して燃料残量を演算する第1の演算器と、前記演算器から出力された燃料残量を表示する表示器とを備え、前記流量計は、前記管路の途中に設けられた渦発生体と、前記渦発生体の上流側に位置する管路内の上流側静圧と、前記渦発生体の下流側に位置する管路内の下流側静圧との圧力差（ $\Delta P$ ）を計測する圧力センサと、前記圧力センサで検出された圧力差（ $\Delta P$ ）に基づき、下記に示す数式から、前記管路内を流れる燃料量を演算する第2の演算器とを有することを特徴とする流体残量計測装置が提供される。

【0009】

【数4】

$$Q = A_o \cdot t \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots (1)$$

$$\text{ただし } K = C \cdot \frac{1 - \beta}{\beta^2} \quad \dots (2)$$

$g$ : 重力加速度

$\gamma$ : 流体の比重

$\Delta P$ : 差圧

$K$ : 損失係数

$C$ : 渦発生体の形状に基づく定数

$\beta$ : 開口比  $(= 1 - \frac{A}{A_o})$

$A_o$ : 管路、燃料パイプの断面積

$A$ : 渦発生体の管路断面に対する投影面積

$Q$ : 流体の流量

$t$ : 計測時間

上記本発明の第1および第2の観点による流体残量計測装置において、特に限定はされないが、前記圧力センサは、前記渦発生体の上流側に位置する燃料パイプまたは管路の壁面に装着された第1圧力センサと、前記渦発生体の下流側に位置する燃料パイプまたは管路の壁面に装着された第2圧力センサとを有することが好ましい。

【0010】またこのとき、特に限定はされないが、前記燃料パイプまたは管路の断面基準寸法を $D$ としたときに、前記第1圧力センサが、前記渦発生体の上流側で1










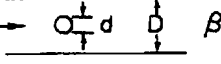
$\times D$ 以上離れた位置に装着され、前記第2圧力センサが、前記渦発生体の下流側で $2 \times D$ 以上離れた位置に装着されていることがより好ましい。これら圧力センサが、渦発生体にあまりに近いと、渦発生体の影響により上記関係式が成り立たなくなるおそれがあり好ましくない。特に好ましくは、前記第1圧力センサが、前記渦発生体の上流側で約 $2.75 \times D$ 離れた位置に装着され、前記第2圧力センサが、前記渦発生体の下流側で約 $4.33 \times D$ 離れた位置に装着されている。

【0011】本発明において、前記燃料パイプまたは管路に設けられる渦発生体の断面形状は特に限定されず、円形、半円形、三角形、台形、正方形、長方形等々の断面形状を有する渦発生体を用いることができる。

【0012】この場合、渦発生体の断面形状によって前記数式(2)中の係数 $C$ が相違する点に留意する。つまり、本発明者らが確認したところによれば、上記数式中の係数 $C$ は、一様流中の抗力係数 $CD$ のほぼ0.80倍、すなわち $C = 0.80 \cdot CD$ の関係が成立する。ここで、断面形状に応じた一様流中の抗力係数 $CD$ は既知であることから、これを0.80倍すれば上記数式の係数 $C$ を求めることができる(表1参照)。たとえば、渦発生体の断面が円形である場合には $CD = 1.17$ であることから、係数 $C = 0.85$ である。

【0013】

【表1】

渦発生体の断面形状	$C = K \sqrt{\frac{1 - \beta}{\beta^2}}$	$CD$	渦発生体の断面形状	$C = K \sqrt{\frac{1 - \beta}{\beta^2}}$	$CD$
	0.85	1.17		1.67	2.00
	0.90	1.16		1.25	1.55
	0.98	1.25		1.45	1.75
	1.98	2.20		1.93	2.50
	2.00	2.45	 $\beta = 1 - \frac{4d}{\pi D}$		

特に限定はされないが、本発明の流体残量計測装置により計測される管路内流体のレイノルズ数は、 $1.9 \times 10^4 \sim 2.7 \times 10^5$ 程度、開口比は0.66~0.195程度の範囲内であることが好ましい。

【0014】

【作用】本発明者らは、管路内に置かれた渦発生体の前後の静圧差と平均流速との間の一般的関係式について実験を重ねた結果、渦発生体の種類や管路内断面の形状などによらず、幅広いレイノルズ数の範囲において、円管路内に置かれた渦発生体に基づく流体流れの損失係数 $K$

は、 $[(1-\beta)/\beta^2]$  に比例することを見出し、本発明を完成させるに至った。従来では、渦発生体による損失係数は、渦発生の種類や管路の断面形状毎に図または表で与えられ、一般式化されていなかったため、渦発生体自体を流量計の一要素として用いることは不可能であった。

【0015】本発明では、管路内に置かれた渦発生体に基づく流体流れの損失係数 $K$ を、開口比 $\beta$ を用いて一般式化することに成功した。これにより、本発明では、渦発生体自体を流量計の一部として用い、渦発生体の前後の静圧差を求めることで、上記数式から、管路を流れる流体の平均流速 $U_m$ 、ひいては単位時間当たりの流量 $Q/t$ を算出することを可能ならしめた。そして、この単位時間当たりの流量を積算することで総流量 $Q$ が求められるので、初期値から総流量を減算していけば、現在の流体の残量が求められる。

【0016】本発明では、レイノルズ数が $1.9 \times 10^4 \sim 2.7 \times 10^5$  程度の範囲で計測が可能であるため、計測可能な流速の範囲が広く、自動車用燃料タンクや燃料電池用燃料ポンプなどあらゆる装置に適用することができる。また、管路の壁面の静圧は安定しているので、計測の結果求められる流体残量の精度もきわめて高くなる。さらに、流量計の構造が簡素であることから汚れなどによる経時変化が少なく、耐久性および信頼性に優れたものとなる。また、開口比の範囲も十分広いので、管路内に設けられる渦発生体の断面積を小さくして流通抵抗を最小限とすることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施形態に基づき説明する。

#### 第1実施形態

図1は本発明の流体残量計測装置の第1実施形態を示す構成図、図2は本発明の流体残量計測装置に係る流量計の実施形態を示す拡大断面図である。

【0018】図1に示すように、本実施形態の流体残量計測装置は、自動車用燃料タンクの残量表示計に適用したものである。まず、燃料タンク1には、燃料入口が形成され、またタンク1の最下面に燃料ポンプ7が装着されている。燃料ポンプ7で吸引された燃料は、燃料パイプ2を介して図外のフューエルインジェクタに供給される。燃料パイプ2の断面は、特に限定されないがたとえば円形である。

【0019】この燃料パイプ2の途中には、流量計3が取り付けられている。この流量計3の詳細について説明すると、図2に示すように、燃料パイプ2の内部には、断面が円形の棒体からなる渦発生体31が取り付けられており、燃料の流れ方向(X矢印)に対する渦発生体31の上流側で、当該渦発生体31から距離 $L_1 = 2.75 \times D$ の位置の管壁に、第1圧力センサ32が装着されている。この圧力センサ32は、渦発生体31の上流側

における燃料の静圧を測定する。特に限定されないが、燃料パイプ2内の流通抵抗を極力増加させないために、第1圧力センサ32は、燃料パイプ2の管内壁に面一に装着することが望ましい。

【0020】また、渦発生体31の下流側であって、当該渦発生体31から距離 $L_2 = 4.33 \times D$ の位置の管壁に、第2圧力センサ33が装着されており、この第2圧力センサ33は、渦発生体31の下流側における静圧を測定する。特に限定されないが、燃料パイプ2内の流通抵抗を極力増加させないために、第2圧力センサ33も、燃料パイプ2の管内壁に面一に装着することが望ましい。

【0021】これら第1および第2圧力センサ32、33で測定された圧力信号は、それぞれ演算回路5(図1参照)へと送出され、当該演算回路5では、第1および第2圧力センサ32、33で検出された圧力の差 $\Delta P$ を算出し、この差圧 $\Delta P$ を下記数式に代入し、燃料の流量 $Q$ を算出する。本実施形態の演算回路5が、本発明の第1の演算器および第2の演算器に相当する。

【0022】

【数5】

$$Q = A_o \cdot t \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots (1)$$

$$\text{ただし } K = C \cdot \frac{1-\beta}{\beta^2} \quad \dots (2)$$

$g$ : 重力加速度

$\gamma$ : 流体の比重

$\Delta P$ : 差圧

$K$ : 損失係数

$C$ : 渦発生体の形状に基づく定数

$\beta$ : 開口比 ( $= 1 - \frac{A}{A_o}$ )

$A_o$ : 管路、燃料パイプの断面積

$A$ : 渦発生体の管路断面に対する投影面積

$Q$ : 流体の流量

$t$ : 計測時間

図1に示すように、燃料タンク1には、燃料液位の上限を検出する液位センサ8aと、燃料液位の下限を検出する液位センサ8bとが設けられており、それぞれの液位センサ8a、8bからの検出信号は演算回路5に送出される。特に限定はされないが、これら液位センサ8a、8bはフロート式センサが用いられる。

【0023】また、演算回路5には、入力器4が接続されており、燃料入口から注入された燃料量を手入力することができるようになっている。さらに、演算回路5に

は表示器6が接続されており、現在の燃料残量および液位の警告信号を表示する。

【0024】次に作用を説明する。まず、燃料タンク1の燃料入口から所望量の燃料を注入したら、入力器4を用いてその注入量を手入力する。これにより、燃料タンク1に存在する初期値が既知となる。

【0025】こうした状態から自動車を走行させると、燃料ポンプ7によって燃料タンク1内の燃料がフューエルインジェクタに供給され、徐々に消費されて行く。この燃料が流量計3を流れる際に生じる差圧を第1および第2圧力センサ32、33により検出し、演算回路5で当該差圧 $\Delta P$ を求め、この差圧 $\Delta P$ を上述した式(1)に代入する。

【0026】式(1)において、重力加速度 $g$ 、燃料の比重 $\gamma$ 、燃料パイプの断面積 $A_0$ 、計測時間 $t$ はそれぞれ既知である。また、式(1)の $K$ は式(2)によって与えられる、すなわち、式(2)において、開口比 $\beta$ は燃料パイプ2の断面積と渦発生体31の投影面積から算出でき、定数 $C$ は渦発生体31の形状に応じて上述した表1を参照して求められる。

【0027】こうして求められた燃料の流量 $Q$ を先程入力器4から入力された初期値から減算することで、現在の燃料残量が求められるので、これを表示器6へ出力し表示する。

【0028】また、2つの液位センサ8a、8bの何れかの検出信号により、燃料が上限あるいは下限に達したときには、演算回路5を介してその旨を表示器6へ出力し使用者に喚起する。

【0029】本実施形態の流体残量計測装置は、レイノルズ数が $1.9 \times 10^4 \sim 2.7 \times 10^5$ 程度、開口比が $0.66 \sim 0.195$ 程度の範囲内で適用することができるので、適用される燃料の流速や燃料パイプの制限が緩やかである。また、第1および第2圧力センサ32、33で検出される燃料パイプの壁面の静圧は、きわめて安定しているので、計測の結果求められる流体残量の精度もきわめて高くなる。

【0030】さらに、流量計3の構造が簡素であることから、渦発生体31やセンサ32、33の汚れなどによる経時変化が少なく、耐久性および信頼性に優れたものとなる。また、開口比の範囲も十分広いので、燃料パイプ内に設けられる渦発生体31の断面積を小さくして流通抵抗を最小限とすることができる。

#### 【0031】第2実施形態

図3は本発明の流体残量計測装置の第2実施形態を示す構成図であり、本実施形態は、電気自動車などに適用される燃料電池システムの反応ガス残量を計測する場合に適用したものである。

【0032】こうした燃料電池システムは、水素と酸素(または空気)とを反応させることにより発電を行うシステムであって、図3に示すように、水素ガスの発生源

となる燃料が封入されたボンベ1は、バルブ9が装着された配管2を介して改質器10に接続され、この改質器10によって水素ガスが生成されて燃料電池11に供給される。一方、コンプレッサ12により取り込まれた空気は、バルブ13が装着された配管14を介して燃料電池11に接続されている。

【0033】こうして水素ガスと空気とが燃料電池11に供給されると、当該燃料電池11内に設けられた水素極で水素のイオン化が生じ、この水素イオンの流れと電子の流れとに分離するプロセスを経て水素と酸素とが化学的に結合される。このときの電子の流れが水素極と空気極との間に生じるので、直流電流が流れることになり、これを直流交流変換装置によって交流電流に変換したのち、電気自動車の駆動モータなどに供給される。

【0034】本実施形態の流体残量供給装置では、燃料ボンベ1から燃料電池11に至る配管(管路)2に流量計3が取り付けられており、その構成は図2に示すものと同一である。そして、図2に示す2つの圧力センサ32、33からの検出信号は、それぞれ演算回路5に送出される。また、燃料ボンベ1には、当該燃料ボンベ1を交換したときに作動するボンベ取り換え検出センサ4が設けられており、このボンベ取り換え検出センサ4からの検出信号も演算回路5に送出される。さらに、燃料ボンベ1の出口には、ボンベ1内の圧力を検出するための圧力センサ15が装着されており、この圧力センサ15の検出信号も演算回路5に送出される。

【0035】次に作用を説明する。まず、燃料ボンベ1を新規に装着すると、ボンベ取り換え検出センサ4から演算回路5にその旨の信号が送出されるので、これにより、燃料ボンベ1に存在する燃料の初期値が既知となる。

【0036】こうした状態から燃料電池11に燃料および空気を供給すると、ボンベ1内の燃料は徐々に消費されて行く。この燃料が流量計3を流れる際に生じる差圧を第1および第2圧力センサ32、33により検出し、演算回路5で当該差圧 $\Delta P$ を求め、この差圧 $\Delta P$ を上述した式(1)に代入する。

【0037】式(1)において、重力加速度 $g$ 、燃料の比重 $\gamma$ 、配管2の断面積 $A_0$ 、計測時間 $t$ はそれぞれ既知である。また、式(1)の $K$ は式(2)によって与えられる、すなわち、式(2)において、開口比 $\beta$ は配管2の断面積と渦発生体31の投影面積から算出でき、定数 $C$ は渦発生体31の形状に応じて上述した表1を参照して求められる。

【0038】こうして求められた燃料の流量 $Q$ を先程ボンベ取り換えセンサ4から入力された初期値から減算することで、現在の燃料残量が求められるので、これを表示器6へ出力し表示する。

【0039】また、圧力センサ15の検出信号により、燃料が下限に達したときには、演算回路5を介してその

旨を表示器6へ出力し使用者に喚起する。

【0040】本実施形態の流体残量計測装置は、レイノルズ数が $1.9 \times 10^4 \sim 2.7 \times 10^5$ 程度、開口比が0.66~0.195程度の範囲内で適用することができるので、適用される燃料の流速や配管2の制限が緩やかである。また、第1および第2圧力センサ32, 33で検出される配管2の壁面の静圧は、きわめて安定しているので、計測の結果求められる流体残量の精度もきわめて高くなる。

【0041】さらに、流量計3の構造が簡素であることから、渦発生体31やセンサ32, 33の汚れなどによる経時変化が少なく、耐久性および信頼性に優れたものとなる。また、開口比の範囲も十分広いので、配管2内に設けられる渦発生体31の断面積を小さくして流通抵抗を最小限とすることができる。

【0042】なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0043】たとえば、渦発生体31の前後の圧力差は、別々の圧力センサ32, 33により検出する以外にも、これらセンサ32, 33が位置する部分の静圧を差圧計に導き、この差圧計により直接差圧を検出しても良い。

【0044】また、上述した第2実施形態において、燃料ポンプ1の残量を計測する以外にも、酸素ポンプなどを搭載する場合にはこのポンプの残量を計測しても良

い。

#### 【0045】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、計測可能な流速の範囲が広く、自動車用燃料タンクや燃料電池用燃料ポンプなどあらゆる装置に適用することができる。また、検出される管路の壁面の静圧は安定しているので、計測の結果求められる流体残量の精度もきわめて高くなる。さらに、流量計の構造が簡素であることから汚れなどによる経時変化が少なく、耐久性および信頼性に優れたものとなる。また、開口比の範囲も十分広いので、管路内に設けられる渦発生体の断面積を小さくして流通抵抗を最小限とすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の流体残量計測装置の第1実施形態を示す構成図である。

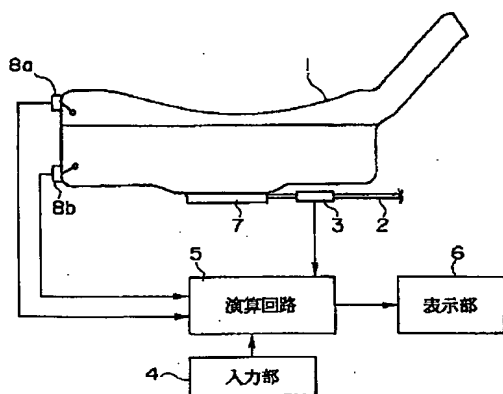
【図2】本発明の流体残量計測装置に係る流量計の実施形態を示す拡大断面図である。

【図3】本発明の流体残量計測装置の第2実施形態を示す構成図である。

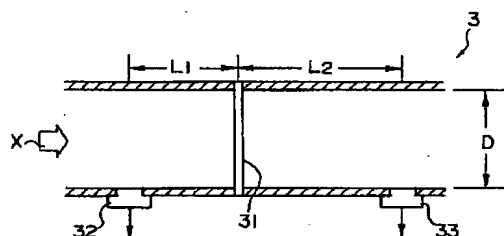
#### 【符号の説明】

- 1…燃料タンク、燃料ポンプ
- 2…燃料パイプ、配管（管路）
- 3…流量計
- 31…渦発生体
- 32…第1圧力センサ
- 33…第2圧力センサ
- 4…入力器、ポンプ取り換えセンサ
- 5…演算回路（第1の演算器、第2の演算器）
- 6…表示器

【図1】



【図2】





【图3】

